FACTSHEET

ISSN 1188-712X ©Queen's Printer for Ontario

Agdex#: 743 Publication Date: 06/86

Order#: 86-042 Last Reviewed:

Title: Aeration of Liquid manure

Division: Agriculture and Rural Division
History:
Written by: Ron Fleming

Table of Contents

1. Introduction
2. Background
3. Natural Aeration
4. Mechanical Aeration
5. Design Considerations
6. Equipment Available
7. Costs
8. System Installation
9. Other Considerations
10. For more information ...

Introduction

Over the years, farmers have looked for ways to eliminate or reduce odours associated with manure storages. One of the more successful methods has been mechanical aeration of the man-ure. It is not without its drawbacks, though. For a more clear understanding of what's involved, we have to start at the micro-bial level.

| Top of Page |

Background

As soon as manure is excreted by the animal, bacteria are at work breaking down the organic compounds. The two most common situations involve either anaerobic or aerobic bacteria. How much oxygen is present determines which type of bacteria will be found. Anaerobic bacteria cannot grow when oxygen is present. In a typical liquid manure system, oxygen is quickly used up and anaerobic bacteria multiply, breaking down the organic compounds. Some of the by-products of this process are carbon dioxide, ammonia, hydrogen sulphide and methane. These gases and others are the reason for the objectionable odours usually associated with anaerobic manure storages.

Aerobic bacteria must have oxygen to grow. If oxygen is sup-plied continuously, this type of bacteria will convert the organic matter to carbon dioxide, water, and microbe cells. Little or no odour is found with aerobic breakdown of manure.

Aeration is the process of mixing air (containing oxygen) into the manure to promote the growth of aerobic bacteria. Oxygen must be supplied either naturally or mechanically.

| Top of Page |

Natural Aeration

102-03972/

If manure is stored in large, shallow storages, enough oxygen can be introduced naturally to keep the system aerobic. This results from wave action on the surface and also from algae growth and the subsequent production of oxygen. The maxi-mum depth of these "lagoons" is 1.5 metres (5 ft). Because of the large surface area, shallow depth, and the fact that digestion slows down in cold weather this system is not considered practi-cal for Ontario farms.

| Top of Page |

Mechanical Aeration

Many types of aerators have been designed to mix air into manure. These can hubble. blow, or splash the air into a tank or pond of swirling liquid. Commercial waste water treatment plants and sewage treatment plants have used this equipment for years. There are several disadvantages to using this equipment on the farm:

1. The initial cost is high.
2. The on-going energy cost is high.
3. Maintenance costs can be high.
4. Effectiveness is reduced in cold weather.
5. The introduction of antibiotics and sanitizers can upset or destroy the aerobic bacteria which must be present.
6. Nitrogen loss to the atmosphere is increased with aeration.

Despite the disadvantages, some farmers feel that the advantages, especially odour control, warrant the use of the equipment.

| Top of Page |

Design Considerations

Mechanical aerators are usually compared based on their ability to dissolve oxygen in water. Floating aerators typically achieve oxygen (O_2) transfer rates in manure of 1.2 to 2.1 kilo-grams of oxygen per kilowatt-hour (kg O_2/kWh).

Aerators are sized based on the BOD content of the manure in which they are working. BOD_5, (or the 5-day BOD) stands for "Biochemical oxygen demand". It refers to the amount of oxy-gen required by bacteria to stabilize decomposable organic mat-ter under aerobic conditions. For illustration, consider a beef animal weighing 454 kg. The daily BOD production is 0.72 kg. For complete aeration of this manure, we must supply oxygen in an amount equal to twice the BOD in the manure. ie. 2 x .72 = 1.44 kg 0_2, per day for each animal (.06 kg 0_2/h).

Total aeration of the manure from a 100 sow farrow to finish operation would require about 20 kg/h of O_2 If the transfer rate is 2 kg 0_2/kWh, we need an aerator powered by a motor of 20/2 = 10 kW (13.4h.p.). It's easy to see that just the energy costs to run this for a year are considerable. At 5 cents/kWh, the annual cost of hydro would be $4380.

Aeration at this level should ensure that the manure storage is maintained in an aerobic state and that all of the solids are held in suspension. However, experience has shown that odour control can be achieved through aeration at lower levels. What results is complete mixing and aeration of the surface layer only. The lower part of the storage will likely return to an anaerobic state. The solids in this layer will settle out and be decomposed by anaerobic bacteria. The rate of aeration needed to achieve this is about half of the BOD production. Therefore, a range of values can be used to size an aerator--from half the BOD to twice the BOD production. The higher the level, the more complete the mixing and the higher the percentage of aerobic decomposition. Table 1 summarizes this information for different livestock species.

| Top of Page |

Table 1. Design of Aeration System - Oxygen Requirement*

Animal	Oxygen Capacity Needed (kg/day-head) Weight (Kg)	Daily BOD_5 Production (kg)	Complete Aeration (kg)	Partial Aeration (kg)
Dairy	454	.77	1.54	.38
Beef	454	.72	1.45	.36
Swine	16	.032	.064	.016
	29	.059	.12	.029
	68	.14	.27	.07
	91	.18	.36	.09
Sow & Litter	170	.45	.90	.23
Sheep	45	.04	.08	.02
Poultry	2	.006	.012	.003
	1	.001	.002	.0005

* Adapted from "Livestock Waste Facilities Handbook", Midwest Plan Service, 1979

| Top of Page |

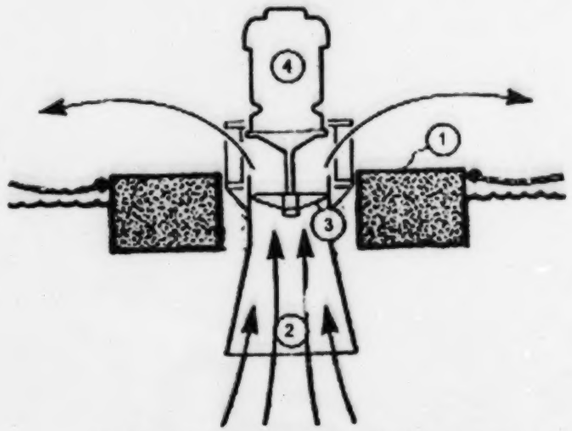
Equipment Available

The **floating aerator** has been previously mentioned, and it is the most common type of aerator found on Ontario farms. Most of these pump liquid laterally and into the air, creating surface turbulence and a large "water to air" surface area for oxygen transfer (Figure 1). A more recent design is the **down-draft, induced-aspiration aerator.** It pumps liquid laterally about 1.5 m below the liquid surface, and forces air through an aspiration tube at the point of pump discharge. This results in good mixing of the top layer of storage with little surface turbulence (Figure 2).

An aeration system referred to as an ' oxidation ditch" can be found on some farms. It consists of a continuous open channel, or raceway, under a slatted floor. Manure is kept moving down one side of the channel and back the other. Air is mixed into the manure by an aeration rotor. This system is not common in Ontario, mainly because of high cost to install and the more serious consequences of potential foaming.

| Top of Page |

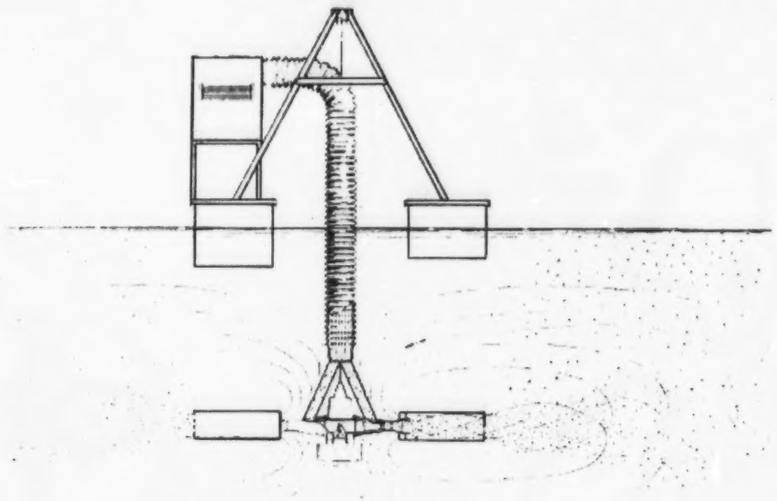
Figure 1. Floating propeller-type surface aerator.



1. Ring float, tethered 4 ways with cables to the tank walls.
2. Draft tube.
3. Propellor and slinger-ring on motor shaft.
4. Electric motor, 0.75 tp 5/6 kW output rating.

| Top of Page |

Figure 2. Down-draft, induced-aspiration aerator.



| Top of Page |

Costs

If a farmer is considering installing an aerator, the bottom line will likely be, "How much will it cost to achieve odour control?" Costs of the floating aerators will, of course, vary greatly and will depend on such things as capacity and quality of construction. Let's consider a feeder pig operation housing 800 pigs. The average weight of the pigs is 68 kg and we want partial aeration of the manure (for odour control).

From Table 1 we find that we must have an oxygen transfer rate of at least .07 kg/day per head.
Total O_2 capacity needed: .07 x 800 = 56 kg/day
Dividing by 24, we get: 56/24 = 2 3 kg 0_2/h

A 1.5 kW aerator with an efficiency of about 1.6 kg 0_2/kW.h can deliver the amount of oxygen needed. This aerator will cost about $5000 to $6000 installed and will likely have less than a 10 year life. Annual repair costs could be in the order of 10 percent of the initial cost. Hydro cost per year will be in the order of $700. A hidden cost is the value of nitrogen lost through aeration.

For the above example, if the farmer wanted complete aera-tion all of the costs would be multiplied by four.

| Top of Page |

System Installation

There are two typical installations for the floating aerators. One consists of the aerator(s) being located in the long-term manure storage structure. Sometimes a flushing system is used with his set-up. If this is the case, not only is there odour control around the storage, but the aerated flushwater helps to reduce odour levels in the barn. A disadvantage is that the flushwater also tends to lower the temperature of air in the gutter area in the winter.

The other typical installation involves an aerator set-up in a holding tank adjoining the barn. The barn gutters empty into the holding tank where the manure is aerated. This installation is tailor-made for flushing systems and helps lower odour levels in the barn. The manure is kept at a higher temperature in the winter, which helps the aeration process. It also doesn't create the cold areas in the barn that are found with the previous system when flushing. As the holding tank is filled, manure is pumped out to the long-term storage where it then reverts to anaerobic breakdown. Thus there is no odour control around the long-term storage structure with this set-up.

| Top of Page |

Other Considerations

As mentioned earlier, the main reason farmers are using aera-tors is related to odour control. There can be other benefits but these are totally dependent on circumstances. For example, aeration equipment is used on many farms in the U.S.A. for the sole purpose of reducing levels of nitrogen and other pollutants. This is especially useful where large volumes of manure are to be spread on relatively small areas of land. In Ontario, we usually try to make the best use of the nitrogen in the manure for crop production.

The farmer wanting to install aeration equipment should care-fully consider all of the advantages and disadvantages. Other methods of odour control such as floating or permanent covers should be considered as alternatives. Although aeration works when the system is designed properly, most farmers will likely come to the conclusion that the high costs are very hard to justify.

This Factsheet was authored by: Ron Fleming, Agricultural Engineering Service

For more information...contact George Garland at george.garland@omafra.gov.on.ca

| Top of Page |

| Engineering Home Page |

| Central Site | Feedback | Search | Site Map | Français |
| Home | What's New | Calendar | Products | News Releases |

Ontario
This site maintained by the Government of Ontario, Canada

This information is provided as a public service, but we cannot guarantee that the information is current or accurate.
Readers should verify the information before acting on it.

Feedback and technical inquiries to: engineering@omafra.gov.on.ca
© Copyright 2002 Queen's Printer for Ontario
Last Updated: May 30, 2001

Ontario

ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales

FICHE TECHNIQUE
ISSN 1198-7138 Imprimeur de la Reine pour l'Ontario

Agdex: 743 Date de publication: 07/89
Commande no. 89-075 Dernière révision: 07/89

Titre: L'aération du lisier

Division: Agriculture et affaires
Situation:
Rédacteur: Ron Fleming

Table des matières

- Introduction
- Origine
- Aération naturelle
- Aération mécanique
- Critères de conception
- Équipement disponible
- Coûts
- Installation du système
- Autres considérations

Introduction

Depuis des années, les éleveurs ont cherché des moyens d'éliminer ou de réduire les odeurs associées à l'entreposage du fumier. Une des méthodes qui connaît le plus de succès est l'aération mécanique du fumier; mais elle n'est pas sans désavantages. Pour une meilleure compréhension du processus, nous devons commencer au niveau microbien.

| Haut de la page |

Origine

Dès que le fumier est excrété par l'animal, les bactéries commencent à décomposer la matière organique. Les deux situations les plus fréquentes comportent des bactéries anaérobies et aérobies. La quantité d'oxygène présente déterminera le type de bactéries qui s'y trouveront. Les bactéries anaérobies ne peuvent croître en présence d'oxygène. Dans un système d'entreposage typique du lisier, l'oxygène est vite consumé ce qui entraîne la multiplication des bactéries anaérobies qui décomposent la matière organique. Le bioxyde de carbone, l'ammoniaque, l'anhydride sulfureux et le méthane sont quelques sous-produits de ce procédé. Ces gaz, parmi d'autres, sont les causes des odeurs nauséabondes associées à l'entreposage du lisier sous forme anaérobie.

Les bactéries aérobies ont besoin d'oxygène pour croître. Si l'oxygène est constamment présent, ce type

de bactérie convertira la matière organique en bioxyde de carbone, eau et cellules microbiennes. La décomposition aérobie du fumier dégage très peu ou pas d'odeur.

L'aération est le procédé par lequel on mélange l'air (contenant de l'oxygène) dans le fumier afin de favoriser la croissance des bactéries aérobies. L'apport d'oxygène peut se faire soit naturellement ou mécaniquement.

| Haut de la page |

Aération naturelle

Si le lisier est entreposé dans un réservoir peu profond et à grande surface, on peut introduire naturellement assez d'oxygène pour maintenir le système sous condition aérobie. Cette aération se produit par l'action des vagues à la surface et aussi par la croissance des algues et la production d'oxygène qui s'en suit. La profondeur maximum de ces lagunes est de 1,5 mètres (5 pi). À cause de leur grande surface, de leur faible profondeur et du fait que la digestion est ralentie en période froide, ce système n'est pas pratique sur les fermes ontariennes.

| Haut de la page |

Aération mécanique

De nombreux types d'aérateurs ont été conçus pour mélanger l'air au fumier. Ils peuvent souffler, faire barboter ou faire jaillir l'air dans un réservoir ou une lagune où le lisier tourbillonne. Les usines commerciales d'épuration des eaux usées et des déchets utilisent cet équipement depuis longtemps. Il y a plusieurs désavantages à utiliser cet équipement sur une ferme.

1. Le coût initial est élevé.
2. Les coûts d'énergie sont élevés.
3. Les coûts d'entretien peuvent être considérables.
4. L'efficacité est réduite en période froide.
5. L'introduction d'antibiotiques et d'assainisseurs peut déranger ou détruire les bactéries aérobies qui doivent être présentes.
6. Les pertes d'azote dans l'atmosphère sont accrues avec l'aération.

Malgré ces désavantages, certains producteurs trouvent que les avantages, particulièrement la réduction des odeurs, justifient l'utilisation de cet équipement.

| Haut de la page |

Critères de conception

Les aérateurs mécaniques se comparent habituellement selon leur capacité de dissoudre l'oxygène dans l'eau. Les aérateurs flottants ont un taux typique d'incorporation de l'oxygène (O2) de 1,2 à 2,1 kilogrammes d'oxygène par kilowatt-heure (kg O2/kWh).

Les aérateurs sont dimensionnés d'après la DBO (demande biochimique en oxygène) du lisier qu'ils doivent aérer. La DBO5 se définit par la quantité d'oxygène nécessaire aux bactéries pour stabiliser la matière organique décomposable en conditions aérobies. Par exemple, considérons un bovin pesant 454 kg. La DBO journalière est de 0,72 kg. Pour parvenir à une aération complète du lisier, on doit fournir une quantité d'oxygène égale au double de la DBO du lisier, c'est-à-dire 2 ´ 0,72 = 1,44 kg de O2 par jour chaque animal (0,06 kg O2/h).

L'aération complète du lisier d'un élevage naissance-finition de 100 truies nécessite environ 20 kg/h de

O2. Il faut donc un aérateur actionné par un moteur de 20/2 = 10 kW (13,4 chevaux vapeur) à condition que le taux de transfert soit bien de 2 kg de O2/kWh. On se rend vite compte que rien que les coûts annuels en énergie sont considérables. À 5 cents/kWh, le coût annuel de l'électricité serait de 4380 $.

Ce taux d'aération assurera des conditions aérobies et maintiendra en suspension tous les solides. Cependant, l'expérience a démontré que des taux d'aération moindres peuvent maîtriser les odeurs. Il en résulte une aération et un mélange complet de la surface seulement; la couche inférieure reviendra vraisemblablement à un état anaérobie. Les solides de cette couche se déposeront au fond et seront décomposés par les bactéries anaérobies. Le taux d'aération nécessaire dans ce cas est d'environ la moitié de la DBO. Par conséquent, une gamme de valeurs peut être utilisée pour choisir un aérateur; elle s'étale de la moitié jusqu'à 2 fois la DBO. Plus le taux est élevé, plus le mélange sera homogène et plus le pourcentage de décomposition aérobie sera élevé. Le tableau 1 résume l'information pour différents élevages.

Tableau 1. Conception des systèmes d'aération - Exigence en oxygène*

Capacité nécessaire (kg O2/jour/tête)				
Espèce animale	Poids (kg)	DBO5 journalière (kg)	Aération complète (kg)	Aération partielle (kg)
Bovin laitier	454	0,77	1,54	0,38
Bovin de boucherie	454	0,72	1,45	0,36
Porc	16	0,032	0,064	0,016
	29	0,059	0,12	0,029
	68	0,14	0,27	0,07
	91	0,18	0,36	0,09
Truie et portée	170	0,45	0,90	0,23
Mouton	45	0,04	0,08	0,02
Volaille	2	0,006	0,012	0,003
	1	0,001	0,002	0,0005

* Adapté de Livestock Waste Facilities Handbook, Midwest Plan Service, 1979.

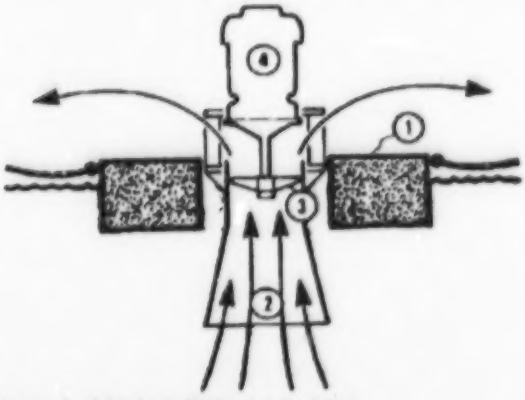


Figure 1. Aérateur flottant à turbine.

1. Anneau flottant, amarré par 4 câbles à la paroi du réservoir;
2. Redresseur de flux;
3. Hélice et diffuseur montés sur l'arbre du moteur;

4. Moteur électrique d'une puissance de 0,75 à 5/6 kW.

| Haut de la page |

Équipement disponible

On a déjà traité de l'aérateur flottant, il s'agit du type d'aérateur le plus répandu en Ontario. La plupart de ces aérateurs pompent le lisier latéralement et le projettent dans les airs, ce qui crée une turbulence à la surface et procure une grande surface de contact entre l'air et le liquide pour le transfert de l'oxygène (figure 1). De conception plus récente, l'aérateur semi-submergé à entraînement d'air par aspiration en surface, propulse le lisier latéralement environ 1,5 m sous la surface et injecte de l'air par un tube d'aspiration à la sortie de la pompe. Il en résulte un bon mélange de la couche supérieure avec peu de turbulence en surface (figure 2).

Le fossé d'oxydation est un système d'aération que l'on retrouve sur certaines fermes. Il consiste en un canal ouvert en forme de boucle continue, sous un plancher latté. Le lisier est maintenu en mouvement continuel autour de ce circuit. Un rotor d'aération mélange l'air au lisier. Ce système n'est pas très utilisé en Ontario principalement à cause de son coût élevé d'installation et des conséquences sérieuses de la formation d'écume.

| Haut de la page |

Coûts

Lorsqu'un producteur considère l'installation d'un aérateur, la question fondamentale sera probablement : « Combien en coûtera-t-il pour maîtriser les odeurs? » Le coût des aérateurs flottants varie considérablement et dépend, entre autres, de la qualité de leur construction et de leur capacité. Considérons un élevage logeant 800 porcs à l'engraissement. Leur poids moyen est de 68 kg et nous voulons réduire les odeurs au moyen d'une aération partielle.

Au tableau 1, nous trouvons que les exigences en oxygène sont de 0,07 kg /jour par tête.
Besoin total en O2 : 0,07 x 800 = 56 kg/jour.
En divisant par 24, on obtient : 56/24 = 2,3 kg O2//h.

Un aérateur de 1,5 kW ayant une efficacité de 1,6 kg de O2/kWh peut fournir l'oxygène requis. Cet aérateur coûtera, une fois installé, environ 5000 à 6000 $ et aura une vie utile probablement inférieure à 10 ans. Les coûts annuels d'entretien peuvent être de l'ordre de 10 % du coût initial. Les coûts en énergie électrique seront de l'ordre de 700 $. La valeur de l'azote perdu constitue un coût caché.

Pour l'exemple ci-dessus, si le producteur veut une aération complète, tous les coûts seraient multipliés par 4.

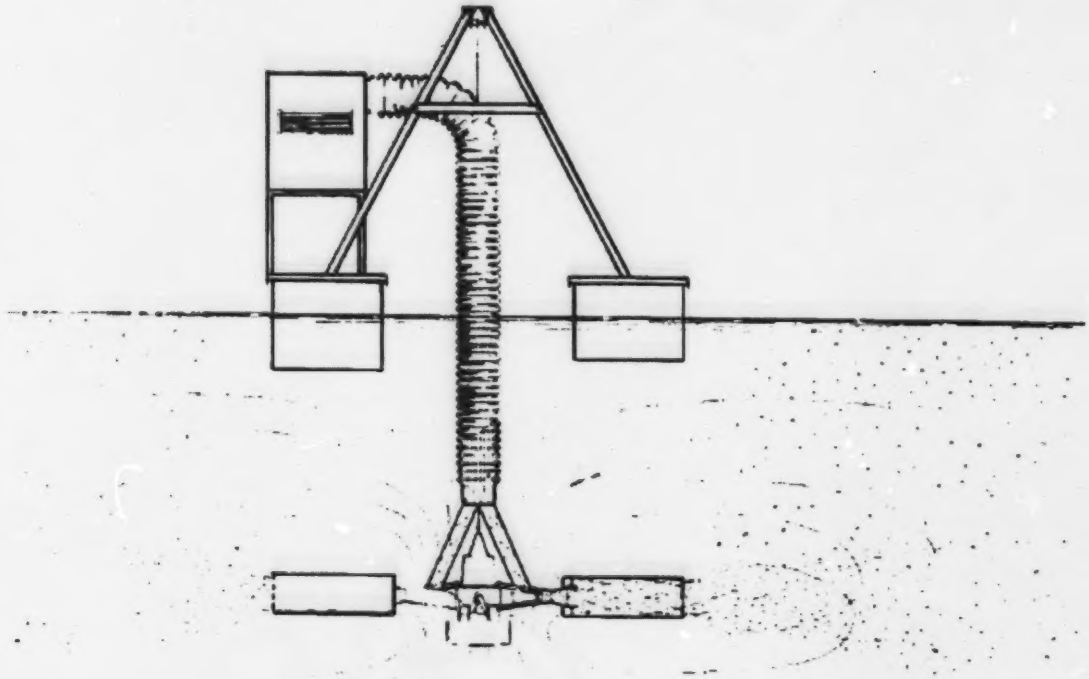


Figure 2. Aérateur semi-submergé à entraînement d'air par aspiration en surface.

| Haut de la page |

Installation du système

Il y a deux méthodes typiques pour installer un aérateur flottant. L'une d'elles consiste à installer dans le réservoir d'entreposage à long terme. Cet arrangement est parfois utilisé avec un système de nettoyage par rinçage. Dans ce cas, les odeurs sont maîtrisées autour du site d'entreposage; en plus, l'eau de rinçage est aérée et aide à réduire les odeurs dans le bâtiment. Un désavantage est que cette eau de rinçage tend à abaisser la température de l'air près des dalots en hiver.

L'autre méthode comporte un aérateur dans une pré-fosse adjacente au bâtiment. Les dalots se vident dans cette pré-fosse où le lisier est aéré. Cette installation est faite sur mesure pour les systèmes de nettoyage par rinçage et aide à réduire les odeurs dans le bâtiment. Le lisier est maintenu à une température plus élevée en hiver, ce qui facilite l'aération. De plus, il ne se crée pas de zones froides comme dans le premier cas. Lorsque la pré-fosse est pleine, le lisier est pompé dans le réservoir d'entreposage à long terme, où la décomposition devient anaérobie. Il n'y a donc pas de maîtrise des odeurs autour du réservoir d'entreposage à long terme.

| Haut de la page |

Autres considérations

Tel que mentionné précédemment, la raison principale pour laquelle les producteurs utilisent les aérateurs est pour la maîtrise des odeurs. On peut en tirer d'autres bénéfices, tout dépend des circonstances. Par exemple, l'équipement d'aération est utilisé aux États-Unis dans le seul but de réduire les niveaux d'azote et d'autres polluants. Cette procédure est particulièrement utile lorsque de grands volumes de lisier doivent être épandus sur des superficies relativement petites. En Ontario, on essaie habituellement de faire le meilleur usage possible de l'azote du lisier pour les productions végétales.

Le producteur désirant installer de l'équipement d'aération devrait considérer soigneusement tous les avantages et inconvénients. D'autres méthodes permettant de maîtriser les odeurs, tel qu'un couvert permanent ou flottant sur le réservoir, constituent des alternatives à considérer. Bien que le système par aération fonctionne lorsqu'il est correctement conçu, la plupart des producteurs en arriveront vraisemblablement à la conclusion que les coûts élevés sont très difficiles à justifier.

| Haut de la page |

| Page d'accueil du génie |

| Site principal | Commentaires | Recherche | Plan du site | English |
| Page d'accueil | Nouveautés | Calendrier | Produits | Communiqués |

Ontario

Ce site est mis à jour par le gouvernement de l'Ontario, Canada.

Les renseignements de ce site sont fournis à titre de service au public. On ne peut garantir que l'information est à jour ou exacte. Les lecteurs devront vérifier l'information avant de s'en servir.

Vos commentaires et questions techniques à engineering@omafra.gov.on.ca

©Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2002

Dernières modifications : 30 mai 2001